(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4833921号
(P4833921)

(45)発行日　平成23年12月7日(2011.12.7)　(24)登録日　平成23年9月30日(2011.9.30)

(51)Int.Cl.		F I		
H04B 10/20	(2006.01)	H04B	9/00	N
H04J 14/00	(2006.01)	H04B	9/00	E
H04J 14/02	(2006.01)	H04L	12/44	B
H04L 12/44	(2006.01)			

請求項の数 10　(全 24 頁)

(21)出願番号　特願2007-148637 (P2007-148637)
(22)出願日　平成19年6月4日 (2007.6.4)
(65)公開番号　特開2007-325280 (P2007-325280A)
(43)公開日　平成19年12月13日 (2007.12.13)
審査請求日　平成21年3月19日 (2009.3.19)
(31)優先権主張番号　60/803,791
(32)優先日　平成18年6月2日 (2006.6.2)
(33)優先権主張国　米国 (US)
(31)優先権主張番号　11/627,793
(32)優先日　平成19年1月26日 (2007.1.26)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(73)特許権者　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号
(74)代理人　100070150
弁理士　伊東　忠彦
(72)発明者　マーティン　ボウダ
アメリカ合衆国，テキサス州　７５０９３，プレーノ，バーミューダ・デューンズ・ドライヴ　６４２９番
(72)発明者　内藤　崇男
アメリカ合衆国，テキサス州　７５０２４，プレーノ，ウエスト・スプリングクリーク　５３０１番，４１５番

最終頁に続く

(54)【発明の名称】複数のパッシブ光ネットワークでトラフィックを伝送するシステム及び方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数のパッシブ光ネットワーク（ＰＯＮ）でトラフィックを伝送する方法であって、
第１波長及び第２波長で光回線ターミナル（ＯＬＴ）からトラフィックを伝送するステップと、
前記第１波長のトラフィック及び前記第２波長のトラフィックを合成するステップと、
合成されたトラフィックを複数のコピーに分けるステップと、
第１コピーを、第１群の光ネットワークユニット（ＯＮＵ）に結合された第１波長ルータに転送し、第２コピーを、第２群のＯＮＵに結合された第２波長ルータに転送するステップと、
前記第１群のＯＮＵの内の１つ以上のＯＮＵの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第１群のＯＮＵの内の１つ以上のＯＮＵの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信するように前記第１コピーをルーティングするステップと、
前記第２群のＯＮＵの内の１つ以上のＯＮＵの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第２群のＯＮＵの内の１つ以上のＯＮＵの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信するように前記第２コピーをルーティングするステップと、
を有する、方法。
【請求項２】
前記第１及び第２波長のトラフィック帯域を関連するＯＮＵに利用度に基づいて動的に割り当てるステップを更に有する、請求項１に記載の方法。

【請求項３】
光回線ターミナル（ＯＬＴ）を有する、複数のパッシブ光ネットワーク（ＰＯＮ）でトラフィックを伝送するシステムであって、
前記光回線ターミナルは、
第１波長及び第２波長でトラフィックを送信し、
前記第１波長のトラフィック及び前記第２波長のトラフィックを合成し、
合成されたトラフィックを複数のコピーに分割し、
第１コピーを、第１群の光ネットワークユニット（ＯＮＵ）に結合された第１波長ルータに転送し、第２コピーを、第２群のＯＮＵに結合された第２波長ルータに転送し、
該第１波長ルータは、前記第１群のＯＮＵの内の１つ以上のＯＮＵの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第１群のＯＮＵの内の１つ以上のＯＮＵの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信するように前記第１コピーをルーティングし、
該第２波長ルータは、前記第２群のＯＮＵの内の１つ以上のＯＮＵの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第２群のＯＮＵの内の１つ以上のＯＮＵの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信するように前記第２コピーをルーティングする、システム。
【請求項４】
前記ＯＬＴが、前記第１及び第２波長のトラフィック帯域を関連するＯＮＵに利用度に基づいて動的に割り当てるよう構成される、請求項３に記載のシステム。
【請求項５】
前記ＯＬＴが、前記第１及び第２波長のトラフィック帯域を関連するＯＮＵに所定の方法で割り当てるよう構成される、請求項３に記載のシステム。
【請求項６】
前記ＯＬＴが、第３波長でトラフィックを送信し、前記トラフィックを前記第３波長で転送するよう構成され、
前記第１群のＯＮＵ中の各ＯＮＵに、前記トラフィックを前記第３波長で転送するよう構成され、
前記第２群のＯＮＵ中の各ＯＮＵに、前記トラフィックを前記第３波長で転送するよう構成される、請求項３に記載のシステム。
【請求項７】
前記ＯＬＴが、前記第１群のＯＮＵで時間共有される第１アップストリーム波長でトラフィックを受信し、前記第２群のＯＮＵで時間共有される第２アップストリーム波長でトラフィックを受信する、請求項３に記載のシステム。
【請求項８】
前記第１アップストリーム波長及び前記第２アップストリーム波長が、同じ周波数バンドを構成する、請求項５に記載のシステム。
【請求項９】
前記第１波長の前記トラフィック及び前記第２波長の前記トラフィックが、前記ＯＬＴの１つのパワースプリッタで合成され、
合成されたトラフィックが、前記ＯＬＴの前記１つのパワースプリッタで分割され、
前記第１アップストリーム波長の前記トラフィックが、前記ＯＬＴの第１受信機で受信され、
前記第２アップストリーム波長の前記トラフィックが、前記ＯＬＴの第２受信機で受信され、
前記第１アップストリーム波長及び前記第２アップストリーム波長の少なくとも一方のトラフィックが、前記ＯＬＴの対応する受信機で受信される前には、前記第１アップストリーム波長及び前記第２アップストリーム波長の少なくとも一方のトラフィックは、前記ＯＬＴの前記１つのパワースプリッタを介してルーティングされない、請求項７に記載のシステム。

【請求項１０】
前記第１波長の前記トラフィック及び前記第２波長の前記トラフィックが、前記ＯＬＴの１つのパワースプリッタで合成され、
前記合成されたトラフィックが、前記ＯＬＴの前記１つのパワースプリッタで分割される、請求項３に記載のシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は一般に通信システムに関連し、特にパッシブ光ネットワークでトラフィックを伝送するシステム及び方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、アクセスネットワークとして知られるネットワークの部分で通信ネットワークの障害が生じている。波長分割多重化(WDM)及び高ビットレートでのトラフィック伝送等のような新たな技術により、長距離光通信の帯域は急激に増えている。メトロポリタンエリアネットワークでは劇的に帯域が増加している。しかしながら、アクセスネットワーク（キャリアのセントラルオフィスと居住の又は商用のカスタマサイトとを接続する通信インターフェースのラストマイルとしても知られている）では、帯域は適切に大幅に増えてはいない。現在アクセスネットワークはインターネットのような通信ネットワークの障害となっている。
【０００３】
パワー分離パッシブ光ネットワーク(PSPON: Power Splitting Passive Optical Network)はこの障害問題に対する１つのソリューションを与える。PSPONは一般的なアクセスネットワークに関連し、アクセスネットワークでは、キャリアのセントラルオフィスの光回線ターミナル(OLT)は１つ以上のダウンストリーム波長を介して光ネットワークユニット(ONU)へブロードキャストするトラフィックを伝送する。アップストリーム方向では、一般にONUは１つの波長でトラフィックを時分割共有方式で伝送する。ONUはファイバを介して伝送された光信号を電気信号に変換する形式のアクセスノードであり、その電気信号は個々の加入者に送信可能である、又はその逆の動作を行う。PSPONは、一般的なアクセスネットワークよりも広い帯域をアクセスノードに用意することで、上記の障害に対処しようとする。例えば、銅の電話回線を介してトラフィックを伝送するディジタル加入者回線(DSL)のようなネットワークは、一般に、約１４４キロビット毎秒（Kb/s）及び１．５メガビット毎秒(Mb/s)の間のレートで伝送する。これに対して、PSPONの具体例であるブロードバンドPON(BPON)は、数百メガビット毎秒の容量を３２ユーザで共用するように現在配備されている。別のPSPONの具体例であるギガビットPON(GPON)は、一般に、よりパワフルな送信機を利用して更に大きな帯域さえ用意することで、２．５ギガビット毎秒(Gb/s)に至るほどの速度で動作する。他のPSPONは、例えば、非同期転送モードPON(APON)及びギガビットイーサーネットPON(GEPON)等を含む。
【０００４】
PSPONシステムはアクセスネットワークで帯域の増加をもたらすが、より広帯域に拡大する要請が続く。１つのソリューションは波長分割多重化PON(WDMPON)であり、これはダウンストリーム（及びアップストリーム）の容量を劇的に増やすかもしれないが非効率的である。WDMPONは或るアクセスネットワークに関連し、そのアクセスネットワークでは、専用のダウンストリーム及びアップストリームの波長それぞれを介してトラフィックを各ONUが受信及び送信する。WDMPONは容量を劇的に増やすかもしれないが、それを行うには多くのオペレータにとって法外にコスト高となり、現在の又は近い将来の要請とかけ離れたキャパシティを招くことになる。
【０００５】
別のソリューションであるPSPON及びWDMPONのハイブリッドPON(HPON)は、ダウンストリーム容量を増やす。HPONは一般に適切な如何なるPON（完全なWDMPONではなく、波長共有

するONUのグループでそれぞれ共有される複数の波長でダウンストリームトラフィックを送信するPON、或いは各ONUに特定の波長でダウンストリームトラフィックを送信するPON）に関連してよい。HPONは、あるネットワークオペレータにとっては経済的かもしれないが、他のネットワークオペレータは、彼らが現在望んでいるものより広い帯域をHPONが提供することを当てにしている。これらのネットワークオペレータは、彼らの帯域要請に更に合致するアップグレードを望んでいる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

本願の課題は、更なる広帯域化の要請に適切に応じ、複数のパッシブ光ネットワークでトラフィックを伝送することである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の教示内容によれば、複数のパッシブ光ネットワーク(PON)でトラフィックを伝送するシステム及び方法が提供される。特定の実施例では、複数のパッシブ光ネットワーク(PON)でトラフィックを送信する本方法は、第１波長及び第２波長で光回線ターミナル(OLT)からトラフィックを伝送することを含む。本方法は、前記第１波長のトラフィック及び前記第２波長のトラフィックを合成し、合成されたトラフィックを複数のコピーに分けることを含む。更に本方法は、第１分配ノードで第１コピーを、第１群の光ネットワークユニット(ONU)に結合された第１波長ルータに転送し、第２分配ノードで第２コピーを、第２群のONUに結合された第２波長ルータに転送することを更に含む。本方法は、前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信するように前記第１コピーをルーティングすることを更に含む。本方法は、前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信するように前記第１コピーをルーティングすることも含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００８】

本発明の１つ以上の実施例の技術的利点は、複数のPONの光ネットワークユニット(ONU)の中で、より効率的に帯域を割り当てることを含むかもしれない。例えば、あるエリアでは、１つのPONがビジネス街で動作し、別のPONが居住ユーザに仕えるかもしれない。一般に、ビジネス街のPONのONUはダウンストリームWDM波長を共有し、居住地のPONのONUはダウンストリームWDM波長を共有し、ビジネス街のPONのONUは居住地のPONのどのONUともWDM波長を決して共有しない。そのような帯域割当は非効率的である。例えば、ビジネス街のPONは日中は満員になるかもしれないが、夜は加入者不足になり、居住地のPONは日中は加入者不足であるが、夜は満員になるかもしれない。従って、ビジネス街のPONのONUの大部分集合が、居住地のPONのONUの第１部分集合と第１波長を共有し、ビジネス街のPONのONUの第２部分集合が、居住地のPONのONUの第２部分集合と第２波長を共有するのを許可することで、特定の実施例は複数のPONのONUの中で一層効率的な帯域割当を可能にする。複数のPONにわたる波長の共有は、ビジネス街のPONにとって日中に相応しい帯域利用を可能にし、居住地のPONにとって夜に相応しい帯域利用を可能にする。

【０００９】

本発明の１つ以上の実施例の別の技術的利点は、複数のPONの集合をPSPONからHPONへ徐々にアップグレードすることを含むかもしれない。特定の実施例は、PSPON及びHPONの間の中間的なアップグレードをもたらし、PSPON各々をHPONにアップグレードする場合よりも、OLTにおける送信機は少なくて済む。従って特定の実施例では、いくつもの付加的なOLT送信機を代償とせずに、効率的な帯域割当が達成できる。そして追加的な帯域が必要な場合、ネットワークオペレータはPON毎にダウンストリーム帯域を簡易にアップグレードできる。特定の実施例では、PON毎のダウンストリーム帯域でのアップグレードは、OLTカ

ードの置換を要しないかもしれない。むしろ、ONUの数又はOLTに接続されたリモートノード(RN)の数が減り、OLTカードに接続されたPONにとってダウンストリーム帯域の増加をもたらす。

【００１０】

本発明の様々な実施例は上記の技術的利点の全部又は一部を含んでもよいし、全く含まなくてもよいことが理解されるであろう。更に、本発明の別の技術的利点は、本願に含まれる明細書、特許請求の範囲及び図面から当業者にとって更に明確になるであろう。

【００１１】

本発明並びにその特徴及び利点の完全な理解を更に図るため、添付図面に関連する以下の詳細な説明が参照される。

【実施例１】

【００１２】

図１はパワー分離パッシブ光ネットワーク(PSPON)１０の一例を示す図である。一般に、PSPONは、アクセスネットワークとして知られているネットワークの一部における通信ネットワークの問題に対処するよう使用される。近年、波長分割多重化(WDM)及び高ビットレートでのトラフィック伝送等のような新技術により、長距離光ネットワークの帯域は急激に増えている。更に、メトロポリタンエリアネットワークでは劇的に帯域が増加している。しかしながら、アクセスネットワーク（キャリアのセントラルオフィスと居住の又は商用のカスタマサイトとを接続する通信インターフェースのラストマイルとしても知られている）では、帯域は適切に大幅に増えてはいない。現在アクセスネットワークはインターネットのような通信ネットワークの障害となっている。

【００１３】

PSPONは、一般的なアクセスネットワークよりも広い帯域をアクセスノードに用意することで、上記の障害に対処しようとする。例えば、銅の電話回線を介してトラフィックを伝送するディジタル加入者回線(DSL)のようなネットワークは、一般に、約１４４キロビット毎秒（Kb/s）及び１．５メガビット毎秒(Mb/s)の間のレートで伝送する。これに対して、ブロードバンドPON(BPON)は、数百メガビット毎秒の容量を３２ユーザで共用するように現在配備されている。ギガビットPON(GPON)は、一般に、よりパワフルな送信機を利用することで、２．５ギガビット毎秒(Gb/s)に至るほどの速度で動作する。

【００１４】

図１のPSPON１０を再び参照するに、PSPON１０は、光回線ターミナル(OLT)１２、光ファイバ３０、リモートノード(RN)４０及び光ネットワークユニット(ONU)５０を含む。PSPON１０は一般的なアクセスネットワークに関連し、そのアクセスネットワークでは、キャリアのセントラルオフィスの光回線ターミナル(OLT)が、１つ以上のダウンストリーム波長を介して光ネットワークユニット(ONU)にブロードキャストするトラフィックを送信する。PSPON１０は、非同期転送モードPON(APON)、BPON、GPON、ギガビットイーサーネットPON(GEPON)又は適切な他の如何なるPSPONでもよい。全てのPSPON１０に共通する特徴は、外側のファイバプラント(fiber plant)が完全にパッシブなことである。OLTにより伝送されるダウンストリーム信号は、RNに結合されるダウンストリームONUに、ファイバのブランチを介してRNにより受動的に分配され、各ONUは特定のブランチの端部(エンド)に結合される。ONUにより伝送されるアップストリーム信号は、RNによりOLTにパッシブに転送される。

【００１５】

アップストリームターミナルの具体例であるOLT１２は、キャリアのセントラルオフィスにあってもよく、それはより大きな通信ネットワークに結合されてもよい。OLT１２はλ_dのようなダウンストリーム波長で全てのONU５０にブロードキャストするトラフィックを送信する送信機１４を含み、ONUはカスタマサイトに又はその近辺にあってよい。OLT１２は第２ダウンストリーム波長λ_v（λ_dに加えられてもよい）で全てのONU５０にブロードキャストするトラフィックを送信する送信機２０を含んでもよい。一例として、一般のGPONでは、λ_vはアナログビデオ信号を搬送するかもしれない。或いはλ_vはディジタルデ

ータトラフィックを搬送するかもしれない。OLT１２は時分割共有アップストリーム波長λ_uで全てのONU５０からトラフィックを受信する受信機１８も含む。OLT１２は、波長を適切に通過及び反射させるフィルタ１６，２２を含んでもよい。

【００１６】

一般のPSPONでは、λ_d及びλ_vのダウンストリームはλ_uにおけるトラフィックよりも高ビットレートで伝送されることに留意すべきである。なぜなら、PSPONは一般にダウンストリーム帯域よりも少ないアップストリーム帯域を用意しているからである。「ダウンストリーム」トラフィックはOLT（又はアップストリームターミナル）からONU(又はダウンストリームターミナル)への方向に伝搬するトラフィックに関連し、「アップストリーム」トラフィックはONU（又はダウンストリームターミナル）からOLT(又はアップストリームターミナル)への方向に伝搬するトラフィックに関連することに留意すべきである。特定のPSPONでは、λ_dは1490nm付近の帯域中心波長を有し、λ_vは1550nm付近の帯域中心波長を有し、λ_uは1311nm付近の帯域中心波長を有してよいことに更に留意すべきである。

【００１７】

光ファイバ３０はアップストリーム及びダウンストリームのトラフィックを搬送する適切な如何なるファイバを含んでもよい。あるPSPON１０では、光ファイバ３０は例えば双方向光ファイバで構成されてよい。他のPSPON１０では、光ファイバ３０は２つの別個のファイバで構成されてもよい。

【００１８】

PSPON１０のRN４０（一般的には、分配ノードと言及される）は、光カプラのような適切な如何なるパワースプリッタで構成されてよく、OLT１２をONU５０に接続する。RN４０は、適切な如何なる場所に設けられてもよく、各ONU５０がダウンストリーム信号のコピーを受信するように、ダウンストリーム信号を分割する。分離及びその他の可能性のあるパワー損失に起因して、ONUに転送されるコピー各々はRN４０で受信したダウンストリーム信号の１／Nより少ないパワーを有し、ここでNはONU５０の数を表す。ダウンストリーム信号を分割することに加えて、RN４０は、ONU５０から送信された時分割共有信号を１つのアップストリーム信号に結合する。RN４０はそのアップストリーム信号をOLT１２に転送する。

【００１９】

ONU５０（ダウンストリームターミナルの一例でもよい）は、光ネットワークユニット又は光ネットワークターミナル(ONT)の適切な如何なるものを含んでよく、ファイバを介して伝送された光信号を、個々の加入者に伝送することの可能な電気信号に変換する形式のアクセスノードに一般に関連する。加入者は居住する及び／又は商用のカスタマを含んでよい。一般に、PON１０はOLT２０当たり３２個のONU５０を含み、多くのPONの例はこの数のONUを含むように説明される。しかしながらOLT当たり適切な如何なる数のONUが用意されてもよい。ONU５０はトリプレクサ(triplexer)を含み、トリプレクサはダウンストリームトラフィックを受信する受信機２つ（１つはλ_dのトラフィック用であり、もう１つはλ_vのトラフィック用である）と、λ_uのアップストリームを伝送するための送信機１つとを有する。ONU送信機の伝送レートは、一般に、OLT送信機の伝送レートより小さい（ダウンストリーム容量よりもアップストリーム容量の要請が少ないからである。）。各ONU５０は、指定されたダウンストリームトラフィックを処理し、適切な時分割共有プロトコル（λ_uで或るONUにより送信されたトラフィックが、λ_uの他のONUのトラフィックと衝突しないようにするプロトコル）に従ってアップストリームトラフィックを送信する。

【００２０】

動作時にあっては、OLT１２の送信機２４はλ_dでONU５０にブロードキャストルするダウンストリームトラフィックを送信する。OLT１２の送信機２０はλ_vでONU５０にブロードキャストするダウンストリームアナログビデオトラフィックを送信してもよい。λ_dのトラフィックはフィルタ１６を通過し、フィルタ２２でλ_vと合成される（フィルタ２２はλ_dを通し、λ_vを反射する。）。合成されたトラフィックは光ファイバ３０を介してRN４０に伝搬する。RN４０はダウンストリームトラフィックを適切な数のコピーに分割し、

各コピーを関連するONU５０に転送する。各ONUはλ_d及びλ_vでダウンストリームトラフィックのコピーを受信し、その信号を処理する。適切なアドレス法を利用して、どのトラフィックがどのONU５０宛であるかを確認してもよい。

【００２１】

アップストリーム方向では、各ONU５０は、適切な時分割共有プロトコルに従って（アップストリームトラフィックが衝突しないように）ファイバ３０に沿ってλ_uでアップストリームトラフィックを送信してもよい。RN４０は各ONU５０からアップストリームトラフィックを受信し、各ONU５０からのトラフィックを（例えば、RNのパワースプリッタで）１つの信号に合成する。RN４０は合成されたトラフィックをファイバ３０を介してOLT１２に転送する。OLT１２では、合成されたトラフィックがフィルタ２２を通過し、フィルタ１６で反射され、受信機１８に至る。受信機１８は信号を受信し、それを処理する。

【００２２】

図２はキャリアのセントラルオフィス１１０で管理されるPSPON１０２，１０４，１０６，１０８の集合１００を例示する図である。PSPON１０２，１０４，１０６，１０８の各々はOLT１２、光ファイバ３０、RN４０及びONU５０を含む。OLT１２，光ファイバ３０、RN４０及びONU５０は図１に関連して説明済みであり、更に詳細に説明されない。しかしながら、PSPON１０２，１０４，１０６，１０８のOLT１２は、特定の状況ではセントラルオフィス１１０の同じOLTカード上にあってもよいことに留意すべきである。

【００２３】

図２に示されるように、異なるPON１０２，１０４，１０６，１０８のONU５０はダウンストリーム波長λ_dを共有しない（即ち、各PONは別個のλ_dの送信機を有する。）。従って、時々、非効率的なダウンストリーム帯域割当の状況が生じ、１つのPONは満員であるが、同じセントラルオフィス１１０で管理される別のPONは加入者不足になるかもしれない。例えば、特定の状況では、セントラルオフィス１１０で管理されるPON１０２，１０４，１０６，１０８の各々は、様々なタイプのユーザに仕えるかもしれない。特定のPONは、労働者が仕事をしている日中に多くの帯域を使用し、労働者が帰宅した夜や週末にはほとんど帯域を使用しないビジネス街で機能するかもしれない。別のPONは、ユーザが働いている日中にほとんど帯域を使用せず、ユーザが帰宅した夜や週末に多くの帯域を使用する居住地のユーザに仕えるかもしれない。PONがこのような方法で実現される場合、ビジネス街のPONは日中満員になるが居住地のPONが加入者不足になる点で非効率的であり、居住地のPONは夜に満員になるがビジネス街のPONは加入者不足になる点で非効率的かもしれない。必要なダウンストリーム帯域を用意する或るソリューションが、特定の状況で有利になるかもしれない。

【００２４】

図３はHPON５００を例示する図である。各PSPON１００をHPON５００にアップデートすることは、上記の状況例で必要なダウンストリーム帯域を用意する１つのソリューションになるかもしれない。しかしながら、図５に関連して後述されるが、各PSPON１００のHPONをアップデートすることは、多くの状況でかなりのネットワークオペレータにとって最もコスト効果的なソリューションではないかもしれない。

【００２５】

一例のHPON５００は、OLT５１２、光ファイバ５３０、RN５４０及びONU５５０を有し、PSPON及びWDMPONのハイブリッドである。一例のHPON５００は、２以上のONU５５０のグループにダウンストリームWDM波長を共有させることで、PSPONより多くのダウンストリーム容量をもたらす。完全なWDMPONではないが、特定の波長でダウンストリームトラフィックを特定のONUにルーティングする（及び何らかの適切な方法でアップストリームトラフィックを送信する）適切な如何なるPONに、HPONは関連することに留意すべきである。HPONは、複数の波長でダウンストリームトラフィックを送信するHPON(各波長は波長共有するONUのグループで共有される)と、各ONUに固有の波長でダウンストリームトラフィックを送信するHPON（PSPONの特徴をアップストリーム方向で維持する）との双方を含んでよい。

【００２６】

OLT５１２（アップストリームターミナルの一例になってもよい）はキャリアのセントラルオフィスにあってよく、送信機５１４、マルチプレクサ５１５、フィルタ５１６、受信機５１８、送信機５２０及びフィルタ５２２を有する。各送信機５１４ａ－５１４ｄは適切な如何なる送信機で構成されてもよく、対応する波長λ_1－λ_4でトラフィックをそれぞれ送信する。一例のHPON５００はアップストリームトラフィックについてWDM機能を提供しないが、WDMアップストリームへ更にアップグレードすることに備えて、送信機５１４だけではなく、OLT５１２でトランシーバ(送信機及び受信機)を実装することが経済的であることに留意すべきである。４つの送信機だけがHPON５００に例示されているが、適切な送信機（又はトランシーバ）がいくつでも含まれてよいことに更に留意すべきである。

【００２７】

マルチプレクサ５１５は、適切な如何なるマルチプレクサ／デマルチプレクサ（及び波長ルータと考えてもよい）で構成されてもよく、λ_1－λ_4のトラフィックを１つの信号に合成するよう機能する。特定のネットワーク例では、マルチプレクサ５１５は、各ポートを介して１つより多くの波長でトラフィックを受信及び合成するサイクリックマルチプレクサで構成されてもよい。他のネットワーク例では、マルチプレクサ５１２は一般的なN×１マルチプレクサでもよく、それは各ポートを介して１つの波長でのみトラフィックを受信する。

【００２８】

フィルタ５１６は、マルチプレクサ５１５からλ_1－λ_4のトラフィックを受信し、λ_1－λ_4のトラフィックをフィルタ５２２に伝送する適切な如何なるフィルタで構成されてもよい。アップストリーム方向では、フィルタ５１６はλ_uでトラフィックを受信し、λ_uのトラフィックを受信機５１８に向ける。受信機５１８は、時分割共有波長λ_uで運ばれたONU５５０からのアップストリームトラフィックを受信及び処理する。

【００２９】

送信機５２０は適切な如何なる送信機で構成されてもよく、最終的に全てのONU５５０にブロードキャストするトラフィックをλ_vで送信する。送信機５２０はトラフィックをフィルタ５２２に向けるよう更に機能する。特定の実施例では、送信機５２０はλ_vでアナログビデオトラフィックを送信してもよい。別の実施例では、送信機５２０はディジタルデータトラフィックを送信してもよい。１つの送信機５２０が描かれているが、OLT５１２は、全てのONU５５０に最終的にブロードキャストするトラフィックを送信する適切な如何なる送信機をいくつ含んでもよいことに留意すべきである。

【００３０】

フィルタ５２２はλ_vのトラフィック及びλ_1－λ_4のトラフィックを受信し、そのトラフィックを合成する。フィルタ５２２は合成されたトラフィックをファイバ５３０を介してRN５４０に向けるよう機能する。アップストリーム方向では、フィルタ５２２はλ_uのトラフィックを受信し、λ_uのトラフィックをフィルタ５１６に向ける。

【００３１】

光ファイバ５３０はアップストリーム及びダウンストリームトラフィックを搬送する適切な如何なるファイバで構成されてもよい。あるHPON５００では、光ファイバ５３０は例えば双方向光ファイバで構成されてもよい。他のHPON５００では、光ファイバ５３０が２つの別個のフィルタで構成され、１つはダウンストリームトラフィックを伝搬し、１つはアップストリームトラフィックを伝搬する。

【００３２】

RN５４０はフィルタ５４２、マルチプレクサ５４６、プライマリパワースプリッタ５４８及びセカンダリパワースプリッタ５４９を有する。RN５４０は、λ_1－λ_4及びλ_vのトラフィックを受信し、λ_vのトラフィックを選別及びブロードキャストし、波長共有するλ_1－λ_4のトラフィックをデマルチプレクスし、ONU５５０の対応するグループ中のONUにλ_1－λ_4のトラフィックを転送する。更にRN５４０は時分割共有波長λ_uで伝送されたアップストリーム信号をONU５５０から受信し、これらの信号を合成し、合成されたトラフ

ィックをλ_uでOLT５１２に転送する。RN５４０はリモートノードに関連するが、「リモート」は、適切などの空間配置でもOLT５１２及びONU５５０に通信可能に結合されたRN５４０に関連することに留意すべきである。リモートノードは一般に分配ノードと言及されてもよい。

【００３３】

フィルタ５４２は、$\lambda_1-\lambda_4$及びλ_vのトラフィックを含む信号を受信し、$\lambda_1-\lambda_4$のトラフィックをマルチプレクサ５４６に伝送し、λ_vのトラフィックをプライマリパワースプリッタ５４８に向ける適切な如何なるフィルタで構成されてもよい。図示の例におけるフィルタ５４２は、１つのフィルタしか含んでいないが、フィルタ５４２は、ネットワークのアップグレードを促す適切なフィルタ（光スイッチに結合されるフィルタ）をいくつ含んでもよい。アップストリーム方向では、フィルタ５４２はλ_uのトラフィックを受信し、それをOLT５１２に向ける。

【００３４】

マルチプレクサ５４６は適切な如何なるマルチプレクサ／デマルチプレクサで構成されてよく（波長ルータと考えてもよい）、$\lambda_1-\lambda_4$のトラフィックを含む信号を受信し、その信号をデマルチプレクスするよう機能する。マルチプレクサ５４６の各出力ポートは、$\lambda_1-\lambda_4$の対応するトラフィックを、対応するセカンダリパワースプリッタ５９に転送するよう機能する。アップストリーム方向では、マルチプレクサ５４６はλ_uのトラフィックを受信及び終端する。例示のHPON５００のONU５５０はλ_uを時間共有するからである（複数のアップストリーム波長でトラフィックを送信しない）。或いは、マルチプレクサ５４６は適切な終端に備えてこのトラフィックをフィルタ５４２に転送してもよい（終端は内部で又は外部でなされてもよい。）。

【００３５】

マルチプレクサ５４６はサイクリックマルチプレクサでもよいし又は適切な如何なるタイプのマルチプレクサでもよく、適切なポートをいくつ備えていてもよいことに留意すべきである。また、図３のリモートノード５４０には１つのマルチプレクサ５４６が示されているが、別のリモートノードでは、マルチプレクサ５４６が２つ以上の別個のマルチプレクサで構成され、１つ以上のアップストリームからダウンストリーム信号を受信し、ONU５５０が波長を共用するようにトラフィックをダウンストリームで転送してもよい。各波長のトラフィックは図示されているものとは異なるセカンダリパワースプリッタを通過し、１つより多くの波長でトラフィックがセカンダリパワースプリッタを通り、及び／又はマルチプレクサ５４６は４つより多くのダウンストリーム波長でトラフィックを受信し、多重し、通過させてもよいことに更に留意すべきである。

【００３６】

プライマリパワースプリッタ５４８は、λ_vのトラフィックを受信し、そのトラフィックを４つのコピーに分割する適切な如何なるパワースプリッタで構成されてもよい。各コピーのパワーは、当初の信号λ_vのパワーの４分の１より少ないかもしれない。プライマリパワースプリッタ５４８は、各コピーを対応するセカンダリパワースプリッタ５４９に転送する。アップストリーム方向では、プライマリパワースプリッタ５４８はセカンダリパワースプリッタ５４９から時分割共有波長λ_uでONU５５０から送信されたトラフィックを受信し、このトラフィックを１つの信号に合成する。プライマリパワースプリッタ５４８はアップストリーム信号をOLT５１２に転送する。そしてプライマリパワースプリッタ５４８は、ダウンストリーム方向でトラフィックをλ_vでブロードキャストし、アップストリーム方向では時分割共有波長λ_uでトラフィックを合成する。プライマリパワースプリッタ５４８は１×４パワースプリッタとして示されているが、適切な如何なるパワースプリッタが使用されてもよい。

【００３７】

各セカンダリパワースプリッタ５４９は、ある光カプラのような適切な如何なるパワースプリッタで構成されてもよく、その光カプラは、プライマリパワースプリッタ５４８からの信号及びマルチプレクサ５４６からの信号を受信し、２つの信号を１つの信号に合成

し、合成された信号を適切なコピー数に分割し、各コピーを対応する波長共有するONU５５０のグループ中のONUに転送する（波長共有するONUの各グループは、ダウンストリーム方向で$\lambda_1-\lambda_4$の１つを共有する。）。アップストリーム方向では、各セカンダリパワースプリッタ５４９は、ONU５５０の対応するグループ中の各ONU５５０からλ_uで送信されたトラフィックを受信し、各ONU５５０からのトラフィックを１つの信号に合成する。各セカンダリパワースプリッタ５４９は、合成されたアップストリームトラフィックを２つのコピーに分割し、１つのコピーをプライマリパワースプリッタ５４８に、１つのコピーをマルチプレクサ５４６に転送する。上述したように、プライマリパワースプリッタ５４８に転送されたコピーは、時分割共有波長λ_uで送信された他のONU５５０からの他のトラフィックと合成される。マルチプレクサ５４６に転送されたコピーは、ブロックされ、或いは適切な終端に備えてフィルタ５４２に転送される。セカンダリパワースプリッタ５４９は一例のHPON５００では２×４カプラとして示されているが、セカンダリパワースプリッタ５４９は適切な如何なるカプラで又はカプラの組み合わせで構成されてもよい（例えば、１×２カプラ２つに結合された１つの２×２カプラ）。セカンダリパワースプリッタ５４９は適切な如何なる数の信号を分割又は合成してもよい。

【００３８】

各ONU５５０（ダウンストリームターミナルの一例になってもよい）は適切な如何なるONU又はOLTで構成されてもよい。各ONU５５０はフィルタ５６０、受信機５６２、フィルタ５７０、受信機５７２及び送信機５８２を有する。各フィルタ５６０は、波長λ_vのトラフィック（例えば、アナログビデオトラフィック）を受信機５６２に向ける適切な如何なるフィルタで構成されてもよい。フィルタ５６０は、ONU５５０で受信した$\lambda_1-\lambda_4$の１つに対応するトラフィックをフィルタ５７０に向けて通過させ、アップストリーム方向ではλ_uのトラフィックをRN５４０に向けて通過させる。受信機５６２は、λ_vで送信されたトラフィックを受信し、そのトラフィックを処理する適切な如何なる受信機で構成されてもよい。各フィルタ５７０は、$\lambda_1-\lambda_4$の１つに対応するトラフィックを受信し、それを受信機５７２に向ける適切な如何なるフィルタで構成されてもよい。フィルタ５７０は、アップストリーム方向では、アップストリーム波長λ_uのトラフィックを対応するフィルタ５６０に伝送する。受信機５７２は、$\lambda_1-\lambda_4$の１つに関連して送信されたトラフィックを受信し、そのトラフィックを処理する適切な如何なる受信機で構成されてもよい。受信機５７２は、$\lambda_1-\lambda_4$のどのトラフィックをも受信し、特定の波長共有グループにONU５５０を割り当てる際の（又は再割り当ての）柔軟性をもたらす。各送信機５８２は、時分割共有波長λ_uを他のONU５５０と共に適用しながら、アップストリーム方向でトラフィックをλ_uで送信する適切な如何なる送信機で構成されてもよい。

【００３９】

４つのONU５５０が、HPON５００のONU５５０のグループの一部として示されているが、適切なONU５５０のいくつでもが、ダウンリンク波長を共有するグループの一部になってよいことに留意すべきである。更に、複数のグループが存在し、各グループは異なるダウンリンクストリーム波長を共有してもよい。例えば、ONU５５０ａはλ_1を共有し、ONU５５０ｂ（図示せず）はλ_2を共有し、ONU５５０ｃ（図示せず）はλ_3を共有し、ONU５５０ｄはλ_4を共有してもよい。また、１つ以上のONU５５０が、或るネットワークの１つより多くのグループの一部になってもよい。適切な如何なる数のONU５５０がネットワークで実現されてよいことに留意すべきである。

【００４０】

（RN５４０のRS５４８で合成される）複数の波長でトラフィックを送信し、OLT５１２の送信機５１４に対応する受信機で受信されるように、ONU５５０は代替的なアップグレードで調整されてもよいことに更に留意すべきである（この場合、フィルタ５１６は回線の外側に取り出されても出されなくてもよい。）。代替的なアップグレードでは、波長を共有するONU５５０の各グループは別個の波長でアップストリームトラフィックを送信し、マルチプレクサ５４６はこれらの波長をRN５４０で多重し、送信機５１４に対応する受信機はOLT５１２でそのトラフィックをこれらの波長で受信する。

【００４１】
動作時にあっては、OLT５１２の送信機５１４ａ－５１４ｄはλ_1－λ_4でトラフィックをそれぞれ送信し、そのトラフィックをマルチプレクサ５１５に転送する。マルチプレクサ５１５は、例えばサイクリックなマルチプレクサを含み、４つの波長のトラフィックを１つの信号に合成し、その信号をフィルタ５１６に転送する。フィルタ５１６はダウンストリーム信号をフィルタ５２２に伝送する。OLT５１２の送信機５２０はλ_vでトラフィックを送信し、そのトラフィックをフィルタ５２２に転送する。フィルタ５２２はλ_1－λ_4及びλ_vでトラフィックを受信し、光ファイバ５３０を介してトラフィックをRN５４０に向ける。

【００４２】
RN５４０のフィルタ５４２は信号を受信し、波長λ_vのトラフィック（例えば、アナログビデオ）をプライマリパワースプリッタ５４８に向け、λ_1－λ_4のトラフィックがマルチプレクサ５４６に伝搬するのを許可するする。プライマリパワースプリッタ５４８はλ_vのトラフィックを受信し、それを適切なコピー数に分割する。図示の例では、プライマリパワースプリッタ５４８はλ_vのトラフィックを４つのコピーに分割し、各コピーを対応するセカンダリパワースプリッタ５４９に転送する。マルチプレクサ５４６は、λ_1－λ_4のトラフィックを含む信号を受信し、その信号を構成成分波長に分ける。そして、マルチプレクサ５４６は各波長のトラフィックを対応するファイバに沿って転送し、各セカンダリパワースプリッタ５４９がλ_1－λ_4の対応する１つのトラフィックを受信するようにする。

【００４３】
各セカンダリパワースプリッタ５４９は、プライマリパワースプリッタ５４８からのλ_vのトラフィックのコピー及びマルチプレクサ５４６からのλ_1－λ_4の対応するもののトラフィックのコピーを受信し、そのトラフィックを１つの信号に合成し、その信号を適切な数のコピーに分ける。図示の例では、各セカンダリパワースプリッタ５４９は信号を４つのコピーに分ける。このように、波長λ_vのトラフィック（例えば、アナログビデオ）は、全てのONU５５０にブロードキャストされ、λ_1－λ_4の内関連するものはONU５５０の１つ以上のグループに転送され、それらで共有される。図示の例では、ONU５５０ａはλ_1を共有し、ONU５５０ｂ（図示せず）はλ_2を共有し、ONU５５０ｃ（図示せず）はλ_3を共有し、ONU５５０ｄはλ_4を共有してもよい。再び、波長を共有するONU５５０のグループは図３に示されるものと異なってもよいこと、及び波長共有するONU５５０のグループは代替的なネットワークで１つより多くのWDM波長を共有してもよいことに留意すべきである。

【００４４】
セカンダリパワースプリッタ５４９がλ_1－λ_4の対応する１つのトラフィック及びλ_vのトラフィックを含む信号を４つのコピーに分割した後で、セカンダリパワースプリッタ５４９は各コピーをファイバ５３０を介して転送し、セカンダリパワースプリッタ５４９に結合されたONU５５０がコピーを受信するようにする。各ONU５５０のフィルタ５６０は、その信号を受信し、λ_vのトラフィックを受信機５６２に向け、その受信機はλ_vで伝送されたトラフィックを処理する。フィルタ５６０はλ_1－λ_4の内対応するものをフィルタ５７０に向けて通過させる。フィルタ５７０はλ_1－λ_4の内対応する１つのトラフィックを受信し、そのトラフィックを受信機に向け、その受信機はトラフィックを処理する。グループ中の各ONU５５０は、そのグループの中で他のONU５５０とλ_1－λ_4の１つを共有してよいので、ONU５５０は適切なアドレシングプロトコルを用いてダウンストリームトラフィックを適切に処理してもよい（例えば、関連する波長で送信されたトラフィックのどの部分が、グループ中のどのONU５５０に宛てられているかを決定してもよい。）。

【００４５】
アップストリーム方向では、各ONU５５０の送信機５８２はλ_uでトラフィックを送信する。フィルタ５７０及び５６０はλ_uでトラフィックを受信し、そのトラフィックを通過させる。信号はファイバ５３０を介してRN５４０に伝搬する。RN５４０の各セカンダリパ

ワースプリッタ５４９は、時分割共有波長λ_uでトラフィックを受信し、ONU５５０の対応するグループ中の各ONU５５０からのトラフィックを合成する。繰り返すが、各ONU５５０はアップストリーム波長λ_uでトラフィックを送信し、ONU５５０はλ_uを時間共有するために適切なプロトコルを使用し、複数のONU５５０からのトラフィックが衝突しないようにしてもよい。λ_uでトラフィックを受信し、１つの信号に合成した後で、各セカンダリパワースプリッタ５４９は信号を２つのコピーに分け、１つのコピーをマルチプレクサ５４６に、１つのコピーをプライマリパワースプリッタ５４８に転送する。上述したように、ネットワーク例５００のマルチプレクサ５４６は、λ_uをブロックしてもよいし、適切な終端に備えてフィルタ５４２に転送してもよい（終端はフィルタ５４２の内部で又は外部でなされてもよい。）。プライマリパワースプリッタ５４８は、各セカンダリパワースプリッタ５４９からトラフィックをλ_vで受信し、そのトラフィックを合成し、トラフィックをフィルタ５４２に転送する。フィルタ５４２はλ_uの合成されたトラフィックを受信し、そのトラフィックをOLT５１２に向ける。フィルタ５３０はλ_uのトラフィックをOLT５１２のフィルタ５２２に運ぶ。フィルタ５２２はλ_uのトラフィックを受信し、そのトラフィックをフィルタ５１６に伝送する。フィルタ５１６はλ_uのトラフィックを受信し、そのトラフィックを受信機５１８に向ける。受信機５１８はトラフィックを受信し、それを処理する。

【００４６】

本発明の範囲から逸脱せずに、説明された例示のHPONに修正、追加又は省略がなされてもよい。説明された例示のHPONの構成要素は、特定のニーズに応じて統合されてもよいし分散されてもよい。更に、説明された例示のHPON５００の動作は、より多数の、より少数の又は他の構成要素で実行されてもよい。単なる一例として、代替的なネットワークは、RNに適切に結合されたOLTからの冗長的な回線を備えていてもよく、RNはONUに対して適切な如何なる数の出力を用意してもよく、適切な如何なる数の波長ルータがRNに加わってもよい（ネットワークに適切な変更を施す。）。

【００４７】

図４はキャリアのセントラルオフィス６１０で管理されるHPON６０２，６０４，６０６，６０８の集合６００を例示する図である。HPON６０２，６０４，６０６，６０８の各々は、OLT５１２、光ファイバ５３０、RN５４０及びONU５５０を有する。OLT５１２、光ファイバ５３０、RN５４０及びONU５５０は図３に関連して説明済みであり、繰り返し詳細に説明されない。しかしながら、HPON６０２，６０４，６０６，６０８のOLT５１２は、特定の状況でキャリアのセントラルオフィス６１０にある同じOLTカード上に存在してもよいことに留意すべきである。

【００４８】

図４に示されるように、各HPON６０２，６０４，６０６，６０８のダウンストリーム帯域は、図２の対応するPSPON１０２，１０４，１０６，１０８のものの４倍である。従ってPSPON１０２，１０４，１０６，１０８を管理するネットワークオペレータは、各PSPONをHPONにアップグレードすることで増やされた帯域利用性に満足するかもしれない。しかしながら、特定の状況では、多くのネットワークオペレータはそのようなアップグレードをコスト的に非効率的であるように考えるかもしれない。例えば、帯域利用性がHPON容量を未だ十分に受け入れていない場合及び／又はコストに対する加入者の懸念が高い場合には、ネットワークオペレータはそのようなアップグレードをコスト効果的でないと考えるかもしれない。ネットワークオペレータは、図２のPSPONのキャパシティ及び図４のHPONのキャパシティ間の中間的なアップグレードを望むかもしれないし、より一層徐々により一層コスト効果的に増えた帯域利用性を満たすアップグレードを望むかもしれない。

【００４９】

図５は図２の一群のPSPON例からアップグレードされた本発明の特定の実施例によるPONシステム８００を例示する図である。PONシステム８００では、４つのダウンストリーム波長λ_1－λ_4が、セントラルオフィス８１０でOLT８１２から送信され、複数のPON８０２，８０４，８０６，８０８内に分散したONU８５０ａ，８５０ｂ，８５０ｃ，８５０ｄで

共有される。この方法では、ダウンストリーム波長の総量は、図２のPSPONの集合１００におけるものと同じであるが、ONU８５０の中でダウンストリーム帯域を分散するのでより効率的である。また、以下に詳細に説明されるように、PONシステム８００は、OLT８１２に接続された個々のRN８４０を又は個々のONU８５０を分離することで、ONU８５０当たり、より多くの帯域をもたらすようにアップグレードされる。特定の実施例では、OLT８１２はそのようなアップグレードで置換される必要がない。

【００５０】

PONシステム８００はPONシステム８０２，８０４，８０６，８０８を含む。PONシステム８０２，８０４，８０６，８０８はセントラルオフィス８１０でOLT８１２を共有する。各PON８０２，８０４，８０６，８０８は対応する光ファイバ８３０、RN８４０及びONU８５０を有する。光ファイバ８３０及びONU８５０は、図２に関して説明済みの光ファイバ３０及びONU５０(及び／又はONU５５０)と同様であり、繰り返し詳細に説明されない。RN８４０は図２のRN４０に対するアップグレード（改良版）であり、図４に関して説明済みのRN５４０と同じでもよく、繰り返し詳細に説明されない。

【００５１】

OLT８１２（アップストリームターミナルの一例になってもよい）は、キャリアのセントラルオフィス８１０にあり、送信機８１４、パワースプリッタ８１５、フィルタ８１６、受信機８１８、送信機８２０及びフィルタ８２２を有する。送信機８１４ａ－８１４ｄはそれぞれ図２の送信機１４に対するアップグレードであり、図３に関連して説明済みの送信機５１４ａ－５１４ｄと同様であり、繰り返し詳細に説明されない。フィルタ８１６，８２２はそれぞれ図２のフィルタ１６，２２に対するアップグレードであり、図４に関連して説明済みのフィルタ５１６，５２２と同様であり、繰り返し詳細に説明されない。受信機８１８及び送信機８２０は図２に関連して説明済みの受信機１８及び送信機２０と同様であり、繰り返し詳細に説明されない。特定の実施例では、OLT８１２はセントラルオフィス８１０の１つのOLTカードで構成されてよいことに留意すべきである。

【００５２】

OLT８１２のパワースプリッタ８１５は、送信機８１４ａ－８１４ｄからλ_1－λ_4のトラフィックをそれぞれ受信し、受信したトラフィックを合成し、合成したトラフィックを４つのコピーに分割する適切な如何なるパワースプリッタで構成されてもよい。プライマリパワースプリッタ８１５は、各コピーを対応するフィルタ８１６に転送するよう更に機能する。アップストリーム方向では、プライマリパワースプリッタ８１５は図示の例ではトラフィックを受信しない。その代わり、OLT８１２のパワースプリッタ８１５の下流に位置するフィルタ８１６が、アップストリームトラフィックを受信機８１８に向ける。トラフィックがパワースプリッタ８１５に到達する前にアップストリームトラフィックを受信機８１８にルーティングすることは、トラフィックで受けるパワー損失の増加を防ぐ。

【００５３】

プライマリパワースプリッタ８１５は図示の例では４×４パワースプリッタであるが、代替実施例では、適切な如何なるM×Nパワースプリッタ又はパワースプリッタの組み合わせが使用されてもよいことに留意すべきである。また、パワースプリッタ８１５はOLT８１２にあるように描かれているが、代替実施例では、パワースプリッタ８１５は適切な他の如何なる場所にあってもよく（例えば、OLT８１２の外部モジュールにあってもよい）、ダウンストリームトラフィックを合成及び分割するようにOLT８１２と共に使用される。特定の実施例では、パワースプリッタ８１５はマルチプレクサ及びパワースプリッタの組み合わせで置換されてもよいことに更に留意すべきである。

【００５４】

動作時にあっては、OLT８１２の送信機８１４ａ－８１４ｄはλ_1－λ_4でそれぞれトラフィックを送信し、そのトラフィックをパワースプリッタ８１５に転送する。パワースプリッタ８１５は、λ_1－λ_4のトラフィックを合成し、合成されたトラフィックを４つのコピーに分割し、各コピーを関連するフィルタ８１６に転送する。フィルタ８１６はそのコピーを対応するフィルタ８２２に伝送する。OLT８１２の各送信機８２０は、λ_vのトラフ

ィックを送信し、そのトラフィックを対応するフィルタ８２２に転送する。各フィルタ８２２は、λ_1－λ_4及びλ_vのトラフィックを受信し、トラフィックを光ファイバ８３０を介して対応するRN８４０に向ける。図３のRN５４０に関連して説明したように、各RN８４０はλ_vのトラフィックをPON内の下流のONU８５０にブロードキャストする。更に、各RN８４０はλ_1－λ_4のトラフィックをデマルチプレクスし、λ_1－λ_4の１つのトラフィックを対応する下流の波長共有するONU８５０のグループに転送する。各ONU８５０は各自のトラフィックを受信し、適切なプロトコルに従ってトラフィックを処理する。アップストリーム方向では、ONU８５０は、図３のONU５５０に関して詳細に説明されたように、ONU８５０はλ_uのトラフィック伝送を時間共有する。

【００５５】

上述したように、ＰＯＮ２０２，２０４，２０６，２０８のONU８５０ａはλ_1を共有し、ＰＯＮ２０２，２０４，２０６，２０８のONU８５０ｂはλ_2を共有し、ＰＯＮ２０２，２０４，２０６，２０８のONU８５０ｃはλ_3を共有し、ＰＯＮ２０２，２０４，２０６，２０８のONU８５０ｄはλ_4を共有する。PONシステム８００は、図２のPSPONの集合１００で用意されるものと同じ量のダウンストリーム帯域を用意し、ダウンストリームWDM波長が様々なPONの間で共有される。様々なPONの間で波長を共有することは、より効率的な帯域分配を可能にする。なぜなら、同じPONのユーザは互いに競合して帯域を利用するかもしれないが、異なるPONのユーザは互いに相補的に帯域を利用するかもしれないからである。概して、異なるタイプのユーザの間で帯域が共有されるようにすることで、各タイプは固有の平均的な帯域利用特性を持ち、少なくとも１つのタイプは、少なくとも１つのPON８０２，８０４，８０６，８０８に専念し、ダウンストリーム帯域の更に効率的な分配をもたらす。

【００５６】

例えば、特定のPONの帯域利用性は、特定の方法では変化するかもしれない。そして平均的な帯域利用性は、或る時間では高く、別の時間では低いかもしれない。異なる平均帯域利用特性を有する様々なPON８０２，８０４，８０６，８０８の中で波長を共有することは、ユーザ当たり更に多くの帯域をもたらすかもしれない（なぜなら、同時に少数のユーザしか帯域について競合しないからである。）。λ_1を共有することで、４つの異なるPONのONU８５０ａは、より効率的に帯域を利用する。例えば、ある時点で、PON８０２のONU８５０ａは、PON８０４，８０６，８０８内のONU８５０ａよりも大きな平均帯域を利用するかもしれない。別の時点では、別の１つ以上のPONのONU８５０ａが、より大きな平均帯域を利用するかもしれない。様々な平均帯域利用特性を有する複数のPONにわたって帯域を共有することで、より効率的な帯域分配が達成される。

【００５７】

別の例では、ユーザの第１タイプはビジネス街のユーザを含み、このタイプのユーザはPON８０２，８０４に（例えば、排他的に）集中させてもよい。ビジネス街は労働者が働いている日中は多くの平均帯域を利用するかもしれないが、労働者が帰宅している場合の夜や週末では少ない平均帯域しか利用しない。ユーザの第２タイプは居住地のユーザを含み、このタイプのユーザはPON８０６に（例えば、排他的に）集中させてもよい。居住地のユーザは、ユーザが働いている日中は低い平均帯域しか利用しないが、ユーザが帰宅している夜や週末では多くの帯域量を利用する。ユーザの第３タイプはビジネス及び居住の混合したユーザを含み、このタイプのユーザはPON８０８により賄われる。混合タイプのユーザは、日中及び夜にほとんど一定の（又は僅かにしか変化しない）平均帯域を利用する。PON８０２，８０４のビジネス街ユーザが、PON８０６の居住ユーザ及びPON８０８の混合タイプユーザと帯域を共有することで、PONシステム８００は、より効率的にダウンストリーム帯域を分配できる。例えば、PON８０２，８０４，８０８のビジネス街ユーザは日中多くの帯域の割当を受け、PON８０６，８０８の居住ユーザは夜に及び週末に多くの帯域の割当を受ける。特定の実施例では、ある時点で、様々なPONの波長共有するONUに実質的に等しく帯域が割り当てられてよいことに留意すべきである。

【００５８】

特定の実施例では、複数のPONのONU８５０の中での帯域の割当は、利用度に応じて動的になされてもよい。例えば単なる例示として、PON８０２，８０４，８０６，８０８の特定のONU８５０ａについて利用度が高かった場合、より多くの帯域（例えば、λ_1のトラフィックについてより多数の又はより大きなタイムスロット）が、利用度の低い他のONU８５０ａよりも利用度の高いONU８５０ａに割り当てられてもよい。ONU８５０ａについて利用度が変化する場合、利用度の変化に基づいて、ONU８５０ａの中で帯域が動的に再割り当てされてもよい。代替実施例では、様々なPONのONU８５０の中での帯域の割り当てが固定されており事前に設定されていてもよい。例えば一例として、夜のPON８０６，８０８（例えば、居住地の又は混合利用型のPON）のONU８５０に対する帯域より多くの帯域が、日中のPON８０２，８０４（例えば、ビジネス街のPON）のONU８５０ａに事前に割り当てられていてもよい。更に別の実施例では、帯域は適切な他の如何なる方法で割り当てられてもよい。特定の実施例では、OLT８１２はONU８５０に帯域を（例えば、動的な方法で又は予め決められている方法で）割り当ててもよい。

【００５９】

PONシステム８００は、図２の各PSPONを図４のHPONにアップグレードする何らかの代償なしに実現できる。特に、４つのダウンストリームWDM送信機８１４（λ_1－λ_4で送信する送信機）及び１つのパワースプリッタ８１５だけが購入及びインストールされればよい。この点、１６個のダウンストリームWDM送信機６１４及び４つのマルチプレクサ６１５を購入及びインストールしなければならない図４の例と大きく異なる。このコストセービングは、特定のオペレータにとってかなり大きいかもしれない。PONシステム８００が図２のPSPONを実施する代わりに実現される代替実施例では、PSPONの代わりにPONシステム８００を実現するための如何なる付加的なコストも、特定の状況では小さくなるかもしれない。

【００６０】

PONシステム８００は、特定のONU８５０に、より多くの帯域を与えるように簡易にアップグレードされる。例えばPON８０６，８０８のONU８５０ｃ，８５０ｄのような特定のONU８５０は、分離されてもよい。これらのONUが分離された後、PONシステム８００の中で半分のONU８５０ｃ，８５０ｄ（即ち、PON８０２，８０４内のONU）がλ_3及びλ_4を共有する。残りのONU８５０ｃ、８５０ｄのグループ各々は、２倍多いダウンストリームWDM帯域を共有する。また、ファイバプラント(fiber plant)は変更される必要がない。更に、特定の実施例では、PON８０６，８０８のONU８５０ｃ，８５０ｄは、OLT８１２を有するOLTカードを置換せずに、PONシステム８００から分離される。そして分離されたONU８５０は、インストールされる１つ以上の新たなOLTカードに接続されてもよい。一群のONU８５０に対応するPONが以下に説明されるように図４のONU５５０と同じ帯域で受信するように、このタイプのアップグレードは、PON８０２又はPON８０４何れかをアップグレードする前の中間的なアップグレードになってもよいことに留意すべきである。

【００６１】

別の実施例では、例えばPON８０６，８０８のRNのような特定のRN８４０が、OLT８１２から切り離され、PON８０２，８０４のONU８５０に、より多くの帯域を用意してもよい。これらのRNが切り離された後、ONU８５０ａ，８５０ｂ，８５０ｃ，８５０ｄの半分がPONシステム８００の中でλ_1－λ_4をそれぞれ共有する。残りのONU８５０ａ，８５０ｂ，８５０ｃ，８５０ｄのグループは、２倍多いWDM帯域を共有する。また、ファイバプラントは変更を要しない。更に、特定の実施例では、PON８０６，８０８のRN８４０は、OLT８１２を含むOLTカードを置換せずにPONシステム８００から切り離されてよい。切り離されたRN８４０は、インストールされる１つ以上の新たなOLTカードに接続されてよい。一群のONU８５０に対応するPONが以下に説明されるように図４のONU５５０と同じ帯域で受信するように、このタイプのアップグレードは、PON８０２又はPON８０４をアップグレードする前の中間的なアップグレードになってよいことに留意すべきである。

【００６２】

PONシステム８００は、特定のPONのONU８５０が図４のONU５５０と同じ帯域を受信する

ようにアップグレードされてもよい。例えば、PON８０２のONU８５０が図４のHPON６０２のONU５５０と同じ帯域を受信するようにPONシステム８００をアップグレードするため、PON８０４，８０６，８０８のONU８５０はPONシステム８００から分離されてもよい。或いは、PON８０４，８０６，８０８のRN８４０がOLT８１２から分離されてもよい。そのようなアップグレードの後に、PON８０２のONU８５０は、WDM波長λ_1－λ_4の帯域全ての割当を受けてもよい。特定の実施例では、PON８０４，８０６，８０８の分離されたONU８５０又はRN８４０は、インストールされる１つ以上の新たなOLTカードに接続されてもよい。

【００６３】

代替実施例では、適切なダウンストリームWDM波長をいくつでも送信してよい適切な他の如何なる数のダウンストリームWDM送信機でPONシステム８００は構成されてもよいことに留意すべきである（４つのWDM送信機に限らない）。これらの送信機は、（パワースプリッタ８１５に関連するパワー損失に起因して）図３のダウンストリーム送信機より強いパワーで送信するよう要求されるかもしれない。更に、PONシステム８００は適切な如何なる数のRN８４０及びONU８５０で構成されてもよい。更に、PON８０４，８０６，８０８の各々で適切な如何なる数のONUが、特定の波長を共有してもよい（如何なる数にはゼロも含まれ、即ちONUが波長を共有しない場合も含まれる。）。

【００６４】

図５のPONシステム８００が、図２のPSPONの集合１００からアップグレードされることは必須ではなく；むしろ、特定の実施例ではPONシステム８００はPSPONの集合１００に対する代替例になってもよいことに留意すべきである。あるいは、PONシステム８００は別の一群のPONからアップグレードされてもよい。PONシステム８００が、図４のHPONの集合６００にアップグレードされることも必須でないことに更に留意すべきである。例えば、特定の実施例では、PONシステム８００は、別の一群の１つ以上のHPONに又は１つ以上のWDMPONにアップグレードされてもされなくてもよい。

【００６５】

PONシステム８００に対する代替実施例では、（例えば、マルチプレクサ５１５と同様な）マルチプレクサはダウンストリームを送信機８１４に、アップストリームをパワースプリッタ８１５に結合してよいことに更に留意すべきである。（例えば、フィルタ８２２と同様な）フィルタは、マルチプレクサ及びパワースプリッタ８１５間の回線に結合され、λ_vでトラフィックを送信する（送信機８２０と同様な）送信機をその回線に結合する。フィルタは、マルチプレクサからのλ_1－λ_4のトラフィックを及び結合された送信機からのλ_vのトラフィックをパワースプリッタ８１５に向ける。そのような例では、送信機８２０ａ－８２０ｄ及びフィルタ８２２ａ－８２２ｄは必要とされないかもしれない、なぜならλ_vのトラフィックは既に送信されているからである。λ_vのトラフィックは、代替実施例では１つ以上のλ_vの送信機を利用して他の適切な方法でλ_1－λ_4のトラフィックに加えられてもよいことに留意すべきである。

【００６６】

また特定の実施例では、λ_1－λ_4でトラフィックを結合した後に、OLT８１２は結合されたトラフィックを各RN８４０のために複数のコピーに分割してよいことにも留意すべきである。OLT８１２は、複数のファイバ８３０を介して各RN８４０で複数の入力ポートに接続され、結合されたトラフィックのコピーを入力ポート各々に転送してもよい。RN８４０で各コピーは複数の波長ルータの内対応する波長ルータに伝わる。各波長ルータは、コピーの中のWDMトラフィックを、PONの中のONUの部分集合にルーティングする。例えば特定の実施例では、λ_1のトラフィックはその部分集合中の第１ONUにルーティングされ、λ_2のトラフィックはその部分集合中の第２ONUにルーティングされ、λ_3のトラフィックはその部分集合中の第３ONUにルーティングされ、λ_4のトラフィックはその部分集合中の第４ONUにルーティングされてもよい。従って特定の実施例ではRN８４０でのセカンダリパワースプリッタは必須ではない。そのようなPONシステムのPONに対するHPON容量へのアップグレードでは、特定の実施例では、他のPONがOLT８１２から分離され、結合されたトラ

フィックがダウンストリーム８４０に転送される数だけに分割されるようにOLT８１２は修正されてもよい（これにより、挿入損失を減らせる。）。更に特定の実施例では、OLTにおける複数のアップストリーム受信機は残りのPONを拒否してもよく、これによりアップストリーム帯域を増やす。

【００６７】

本発明の範囲から逸脱せずに、修正、付加又は省略が説明済みのシステム例及び方法例になされてもよい。説明された方法例及びシステム例のコンポーネントは特定のニーズに応じて統合されてもよいし分散されてもよい。更に、説明された方法例及びシステム例の動作は、より多数の、より少数の又は他のコンポーネントで実行されてもよい。

【００６８】

本発明はいくつかの実施例と共に説明されてきたが、様々な変更例及び修正例が当業者に示唆されてもよい。本発明はそのような変更例及び修正例を添付の特許請求の範囲内に全て包含するように意図されている。

【００６９】

（関連出願のクロスリファレンス）

本願は“System and Method for Transmitting Traffic in an Optical Network”と題する西暦2006年6月2日に出願された35U.S.C.§119(e)に基づく米国仮出願番号第60/803,791号に関連する。

【００７０】

以下、本発明により教示される手段が例示的に列挙される。

【００７１】

（付記１）

複数のパッシブ光ネットワーク(PON)でトラフィックを伝送する方法であって、

第１波長及び第２波長で光回線ターミナル(OLT)からトラフィックを伝送するステップと、

前記第１波長のトラフィック及び前記第２波長のトラフィックを合成するステップと、

合成されたトラフィックを複数のコピーに分けるステップと、

第１分配ノードで第１コピーを、第１群の光ネットワークユニット(ONU)に結合された第１波長ルータに転送し、第２分配ノードで第２コピーを、第２群のONUに結合された第２波長ルータに転送するステップと、

前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信するように前記第１コピーをルーティングするステップと、

前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信するように前記第１コピーをルーティングするステップと、

を有する方法。

【００７２】

（付記２）

前記第１及び第２波長のトラフィック帯域を関連するONUに利用度に基づいて動的に割り当てるステップを更に有する付記１記載の方法。

【００７３】

（付記３）

前記第１及び第２波長のトラフィック帯域を関連するONUに所定の方法で割り当てるステップを更に有する付記１記載の方法。

【００７４】

（付記４）

前記OLTから第３波長でトラフィックを送信するステップと、

前記トラフィックを前記第３波長で前記第１及び第２分配ノードに転送するステップと、

前記第１及び第２群のONU中の各ONUに、前記トラフィックを前記第３波長で転送するステップと、
を更に有する付記１記載の方法。
【００７５】
（付記５）
前記第１群のONUで時間共有される第１アップストリーム波長でトラフィックを前記OLTで受信するステップと、
前記第２群のONUで時間共有される第２アップストリーム波長でトラフィックを前記OLTで受信するステップと、
を更に有する付記１記載の方法。
【００７６】
（付記６）
前記第１アップストリーム波長及び前記第２アップストリーム波長が、同じ周波数バンドを構成する付記５記載の方法。
【００７７】
（付記７）
第３波長で及び第４波長で前記OLTからトラフィックを送信するステップと、
前記第１波長のトラフィック、前記第２波長のトラフィック、前記第３波長のトラフィック及び前記第４波長のトラフィックを合成し、合成されたトラフィックを複数のコピーに分けるステップと、
第３分配ノードで第３コピーを、第３群のONUに結合された第３波長ルータに転送し、
第４分配ノードで第４コピーを、第４群のONUに結合された第４波長ルータに転送するステップと、
前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信し、前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第３波長で前記トラフィックを受信し、前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第４波長で前記トラフィックを受信するように前記第１コピーをルーティングするステップと、
前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信し、前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第３波長で前記トラフィックを受信し、前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第４波長で前記トラフィックを受信するように前記第２コピーをルーティングするステップと、
前記第３群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第３群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信し、前記第３群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第３波長で前記トラフィックを受信し、前記第３群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第４波長で前記トラフィックを受信するように前記第３コピーをルーティングするステップと、
前記第４群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第４群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信し、前記第４群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第３波長で前記トラフィックを受信し、前記第４群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第４波長で前記トラフィックを受信するように前記第４コピーをルーティングするステップと、
を更に有する付記１記載の方法。
【００７８】
（付記８）

光回線ターミナル(OLT)と、第１分配ノードと、第２分配ノードとを有する、複数のパッシブ光ネットワーク(PON)でトラフィックを伝送するシステムであって、
前記光回線ターミナルは、
第１波長及び第２波長でトラフィックを送信し、
前記第１波長のトラフィック及び前記第２波長のトラフィックを合成し、
合成されたトラフィックを複数のコピーに分割し、
第１分配ノードで第１コピーを、第１群の光ネットワークユニット(ONU)に結合された第１波長ルータに転送し、第２分配ノードで第２コピーを、第２群のONUに結合された第２波長ルータに転送し、
前記第１分配ノードは第１波長ルータを有し、該第１波長ルータは、前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信するように前記第１コピーをルーティングし、
前記第２分配ノードは第２波長ルータを有し、該第２波長ルータは、前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信するように前記第１コピーをルーティングするシステム。

【００７９】
（付記９）
前記OLTが、前記第１及び第２波長のトラフィック帯域を関連するONUに利用度に基づいて動的に割り当てるよう構成される付記８記載のシステム。

【００８０】
（付記１０）
前記OLTが、前記第１及び第２波長のトラフィック帯域を関連するONUに所定の方法で割り当てるよう構成される付記８記載のシステム。

【００８１】
（付記１１）
前記OLTが、第３波長でトラフィックを送信し、前記トラフィックを前記第３波長で前記第１及び第２分配ノードに転送するよう構成され、
前記第１分配ノードは、前記第１群のONU中の各ONUに、前記トラフィックを前記第３波長で転送するよう構成され、
前記第２分配ノードは、前記第２群のONU中の各ONUに、前記トラフィックを前記第３波長で転送するよう構成される付記８記載のシステム。

【００８２】
（付記１２）
前記OLTが、前記第１群のONUで時間共有される第１アップストリーム波長でトラフィックを受信し、前記第２群のONUで時間共有される第２アップストリーム波長でトラフィックを受信する付記８記載のシステム。

【００８３】
（付記１３）
前記第１アップストリーム波長及び前記第２アップストリーム波長が、同じ周波数バンドを構成する付記１２記載のシステム。

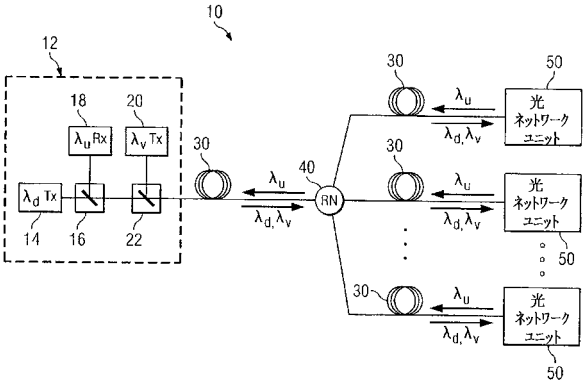
【００８４】
（付記１４）
前記第１波長の前記トラフィック及び前記第２波長の前記トラフィックが、前記OLTの１つのパワースプリッタで合成され、
合成されたトラフィックが、前記OLTの前記１つのパワースプリッタで分割され、
前記第１アップストリーム波長の前記トラフィックが、前記OLTの第１受信機で受信され、
前記第２アップストリーム波長の前記トラフィックが、前記OLTの第２受信機で受信さ

れ、
前記第１アップストリーム波長及び前記第２アップストリーム波長の少なくとも一方のトラフィックが、前記OLTの対応する受信機で受信される前には、前記OLTの前記１つのパワースプリッタを介してルーティングされない付記１２記載のシステム。
【００８５】
（付記１５）
前記第１波長の前記トラフィック及び前記第１波長の前記トラフィックが、前記OLTの１つのパワースプリッタで合成され、
前記合成されたトラフィックが、前記OLTの前記１つのパワースプリッタで分割される付記８記載のシステム。
【００８６】
（付記１６）
前記OLTが、
第３波長で及び第４波長でトラフィックを送信し、
前記第１波長のトラフィック、前記第２波長のトラフィック、前記第３波長のトラフィック及び前記第４波長のトラフィックを合成し、
合成されたトラフィックを複数のコピーに分割し、
第３分配ノードで第３コピーを、第３群のONUに結合された第３波長ルータに転送し、
第４分配ノードで第４コピーを、第４群のONUに結合された第４波長ルータに転送し、
前記第１波長ルータが、前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信し、前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第３波長で前記トラフィックを受信し、前記第１群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第４波長で前記トラフィックを受信するように前記第１コピーをルーティングするように構成され、
前記第２波長ルータが、前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信し、前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第３波長で前記トラフィックを受信し、前記第２群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第４波長で前記トラフィックを受信するように前記第２コピーをルーティングするように構成され、
当該システムは、第３波長ルータを有する第３分配ノード及び第４波長ルータを有する第４分配ノードを更に有し、
前記第３波長ルータは、前記第３群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第３群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信し、前記第３群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第３波長で前記トラフィックを受信し、前記第３群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第４波長で前記トラフィックを受信するように前記第３コピーをルーティングするように構成され、
前記第４波長ルータは、前記第４群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第１波長で前記トラフィックを受信し、前記第４群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第２波長で前記トラフィックを受信し、前記第４群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第３波長で前記トラフィックを受信し、前記第４群のONUの内の１つ以上のONUの一部分のみが前記第４波長で前記トラフィックを受信するように前記第４コピーをルーティングするように構成される付記８記載のシステム。
【図面の簡単な説明】
【００８７】
【図１】PSPONを例示する図である。
【図２】キャリアのセントラルオフィスで管理される一群のPSPONを例示する図である。
【図３】HPONを例示する図である。

【図４】キャリアのセントラルオフィスで管理される一群のHPONを例示する図である。
【図５】図２で例示される一群のPSPONからアップグレードされた本発明の特定の実施例によるPONシステムを例示する図である。
【符号の説明】
【００８８】
１０　PSPON
１２　光回線ターミナル(OLT)
１４　送信機
１６，２２　フィルタ
１８　受信機
２０　送信機
３０　光ファイバ
４０　リモートノード(RN)
５０　光ネットワークユニット(ONU)
１０２，１０４，１０６，１０８　PSPON
１１０　セントラルオフィス
５００　HPON
５１２　OLT
５１４　送信機
５１５　マルチプレクサ
５１６　フィルタ
５１８　受信機
５２０　送信機
５２２　フィルタ
５３０　光ファイバ
５４０　RN
５４２　フィルタ
５４６　マルチプレクサ
５４８　プライマリパワースプリッタ
５４９　セカンダリパワースプリッタ
５５０　ONU
５６０　フィルタ
５６２　受信機
５７０　フィルタ
５７２　受信機
５８２　送信機
６０２，６０４，６０６，６０８　HPON
８００　PONシステム
８０２，８０４，８０６，８０８　PON
８１０　セントラルオフィス
８１２　OLT
８１４　送信機
８１５　パワースプリッタ
８１６　フィルタ
８１８　受信機
８２０　送信機
８２２　フィルタ
８５０ａ，８５０ｂ，８５０ｃ，８５０ｄ　ONU

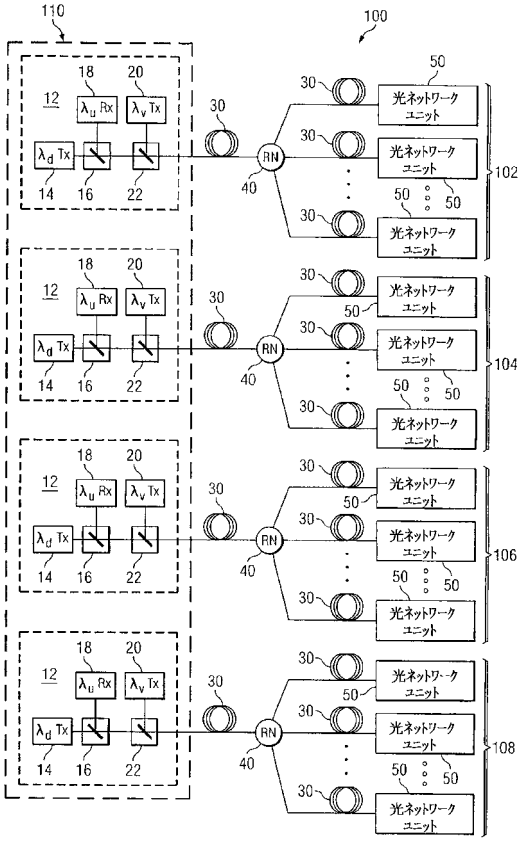
【図１】

PSPONを例示する図



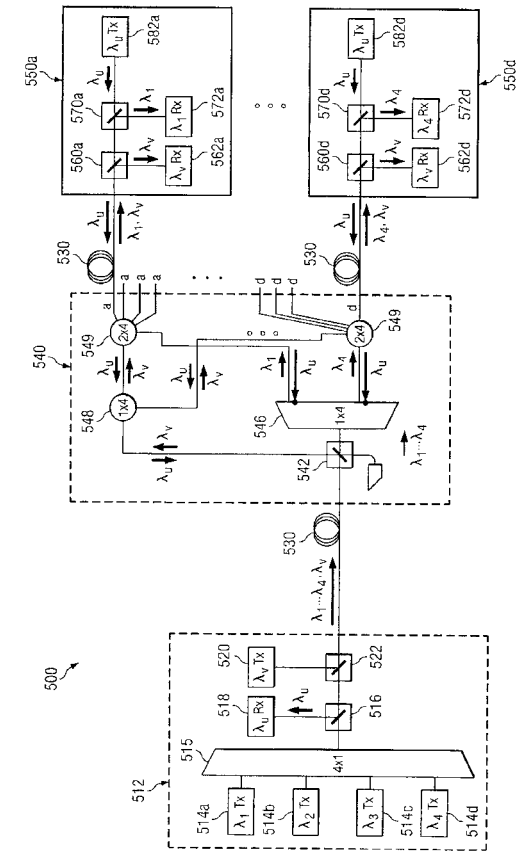
【図２】

キャリアのセントラルオフィスで管理される一群のPSPONを例示する図



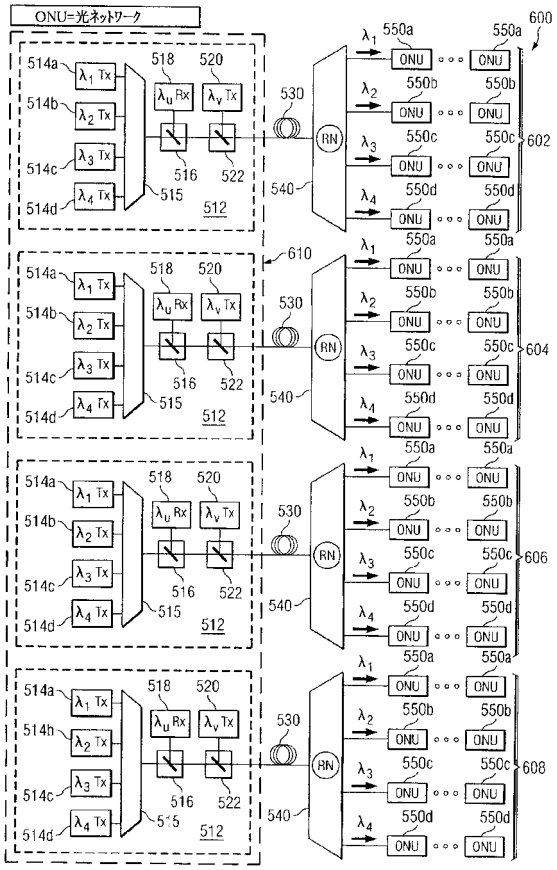
【図３】

HPONを例示する図



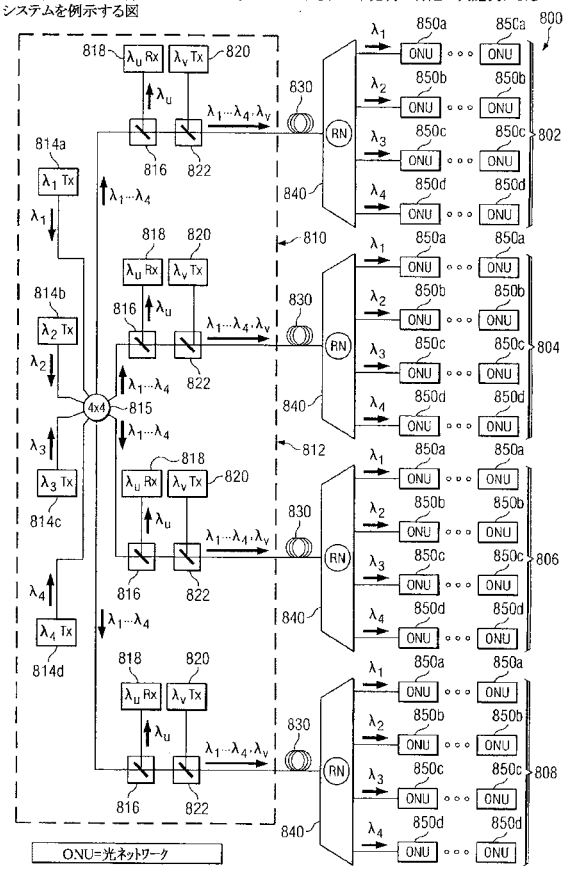
【図４】

キャリアのセントラルオフィスで管理される一群のHPONを例示する図



【図５】

図2で例示される一群のPSPONからアップグレードされた本発明の特定の実施例によるPONシステムを例示する図



フロントページの続き

審査官　角田　慎治

(56)参考文献　特開平０９－２００１４８（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－３１８８３９（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２０６９８５（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－０８１０１４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｂ　１０／００－１０／２８
Ｈ０４Ｊ　１４／００－１４／０８
Ｈ０４Ｌ　１２／４４